

Министерство образования и науки Российской Федерации
КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. В.И. Ульянова-Ленина

На правах рукописи

ВИЛЬДАНОВ АЛИК АЛМАЗОВИЧ

**МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОЛОГО-
ПРОМЫСЛОВЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ
НЕОДНОРОДНЫХ ПЛАСТОВ НА ПОЗДНЕЙ СТАДИИ
РАЗРАБОТКИ
(на примере горизонта Д1 Павловской площади
Ромашкинского месторождения)**

Специальность 25.00.12 - «Геология, поиски и разведка горючих
ископаемых»

АВТОРЕФЕРАТ

**ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ НАУК**

Казань –2007

Работа выполнена в Нефтегазодобывающем управлении «Азнакаевскнефть» ОАО «Татнефть» (г. Азнакаево)

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ: кандидат геолого-минералогических наук В.М. Хусаинов

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ: доктор геолого-минералогических наук, профессор Р. Х. Муслимов
доктор технических наук, профессор Ю.А. Котенев

ВЕДУЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ: ОАО «УНПП НИПИнефть»
(г. Ижевск)

Защита диссертации состоится «26» октября 2007 г. в 14 часов на заседании диссертационного совета Д 212.081.04 при Казанском Государственном Университете по адресу г. Казань, ул. Кремлевская 18.

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке им. Н.И.Лобачевского Казанского государственного университета.

Автореферат разослан «22» сентября 2007 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат геолого-минералогических наук, доцент



Д.И. Хасанов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

Одно из уникальных месторождений мира – Ромашкинское, находится на поздней стадии разработки, выработка остаточных запасов нефти на этом этапе требует особого методического подхода к детализации геологического строения объектов для создания более эффективной системы воздействия на запасы.

В начальной стадии разработки месторождения схема деления эксплуатационного объекта на площади и блоки, а также осреднение параметров коллектора в пределах одного пласта, удовлетворяла требованиям проектирования и реализации применяемой системы разработки. Однако дальнейшее их использование в процессе внедрения мероприятий по регулированию и интенсификации разработки не позволило выработать запасы нефти в полной мере, они оказались рассредоточенными по разрезу и по площади. Нефтеизвлечение оказалось ниже, чем прогнозировалось.

Основной причиной такой ситуации является несоответствие традиционно применяемых технологий при проектировании разработки реальным условиям эксплуатации объекта на поздней стадии, поэтому возникла необходимость в детализации геологического разреза, уточнение классификации коллекторов и дифференцированном подходе при выделении эксплуатационных объектов и подсчете остаточных запасов нефти. От точности оценок и знания характера распределения остаточных запасов в значительной степени зависит стратегия извлечения запасов и эффективность использования капитальных вложений на доработку месторождений на поздней стадии.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: совершенствование методики исследования особенностей геологического строения горизонта Д1 с использованием современных технологий интерпретации данных геофизических исследований скважин (ГИС) и новых подходов к методике оценки фильтрационно-емкостных параметров пласта-коллектора для подсчета запасов и построения карт рассредоточения и фиксирования мест нахождения остаточных запасов нефти на поздней стадии разработки многопластового объекта горизонта Д1 Ромашкинского месторождения.

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Комплексное литолого-физическое и геолого-промысловое изучение горизонта Д1 Ромашкинского месторождения путем детальной корреляции пластов и переинтерпретации данных ГИС на основе методики ТАВС в системе GINTEL для создания уточненной геологической модели эксплуатационного объекта.

2. Уточнение схемы геолого-промысловой классификации пород коллекторов по результатам переинтерпретации данных ГИС на основе объемной модели и анализа петрофизических закономерностей исследуемого разреза.

3. Усовершенствование используемых методик и разработка новых

методических подходов по выделению на основе изучения геофизического материала и предложенной классификации коллекторов видов литолого-физической неоднородности пород-коллекторов в разрезе горизонта Д1 Павловской площади и обоснование способа их картирования.

4. Анализ процесса заводнения коллекторов по данным ГИС с применением флюидальной модели и оценка эффективности его воздействия на остаточные запасы нефти.

5. Выявление условий локализации нефти в продуктивных пластах и характера распространения по разрезу и по площади пород-коллекторов с различными фильтрационно-емкостными свойствами с целью обоснования схемы преобразования эксплуатационного объекта с остаточными запасами.

6. Создание новых технологических решений по выработке остаточных запасов.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА РАБОТЫ

1. Получены новые сведения об особенностях строения терригенных отложений по данным ГИС и создана методика оценки характера и структуры распределения остаточных запасов нефти на основе информации о фракционном составе пород и флюидальной модели пласта коллектора по данным промысловой геофизики (методике ТАВС в системе Gintel).

2. Установлено, что на фильтрационно-емкостные свойства коллекторов горизонта Д1 Ромашкинского месторождения существенно влияет содержание пелитового и мелкоалевритового материала.

3. Впервые для уточнения схемы классификации пород-коллекторов горизонта Д1 Ромашкинского месторождения использованы литолого-физические параметры (проницаемость и суммарное содержание в разрезе глинистой и алевритовой фракций) по данным ГИС.

4. Предложена новая методика оценки геологической неоднородности пластов путем выделения видов слоисто-неоднородного строения пластов в разрезе горизонта Д1 на основе предложенной схемы классификации коллекторов и показаны способы их геологического картирования.

5. Впервые предложена методика оценки выработанности запасов нефти коллекторов по степени и характеру заводнения с использованием флюидальной модели технологии ТАВС и геолого-промыслового анализа заводнения пластов водой различной минерализации.

6. Принципиально новым является предложенная методика преобразования крупных многопластовых объектов на отдельные самостоятельные участки разработки для извлечения остаточных запасов нефти на поздней стадии.

ОСНОВНЫЕ ЗАЩИЩАЕМЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. Дифференциация коллекторов по фракционному составу (песчаной, алевритовой и глинистой фракций) на основе новых методов интерпретации ГИС.

2. Новая классификация продуктивных коллекторов горизонта Д1 Ромашкинского месторождения.

3. Критерии выделения видов литолого-физической неоднородности пластов горизонта Д1.

4. Методика выделения самостоятельных участков-залежей на крупных многопластовых объектах на поздней стадии разработки.

МЕТОДЫ И ОБЪЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При решении поставленных задач использовались методы промысловой геофизики, статистические методы обработки промысловой информации, построение зависимостей фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) пласта с результатами испытаний пластов и математического моделирования, промысловые испытания на выделенных участках-залежах самостоятельной разработки.

При исследовании петрофизических закономерностей девонских терригенных отложений и адаптации технологии ТАВС к геологическим условиям горизонта Д1 использовались результаты петрофизических исследований керна по 32-м скважинам Павловской, Карамалинской, Азнакаевской и Холмовской площадей Ромашкинского месторождения.

Работа выполнена на основе данных переинтерпретации ГИС в системе Gintel-2002 (ТАВС) по 804-м скважинам Павловской площади Ромашкинского месторождения.

В диссертации использованы результаты более 240 образцов сплошного отбора керна в горизонте Д1 по скважине №775Д Павловской площади, полученные в ходе лабораторных исследований.

РЕАЛИЗАЦИЯ РАБОТЫ

Методические рекомендации автора диссертации были использованы в работе института «ТатНИПИнефть»: «Анализ разработки Павловской площади (Д1) Ромашкинского месторождения» Бугульма, 2006 г.

Полученные результаты исследований составили методическую основу для целенаправленных работ по выявлению продуктивных интервалов и совершенствованию системы воздействия на остаточные запасы нефти, эффективность которых подтверждается результатами применения современных методов математического моделирования и геолого-промыслового анализа.

Адаптация созданной методики к конкретным геологическим условиям пашийского горизонта и применения предложенных принципов исследования геологического строения на поздней стадии нашли практическую реализацию на реальном объекте разработки - Павловской площади Ромашкинского месторождения.

Методика внедрена и опробована на промысловых объектах НГДУ «Азнакаевскнефть».

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ

Результаты количественной оценки подсчетных параметров дали возможность детализировать и уточнить геологические запасы нефти, а способы

изучения геологического разреза на основе новой классификации коллекторов и с учетом видов неоднородности позволили извлечь дополнительную информацию об особенностях строения пашийского горизонта Павловской площади Ромашкинского месторождения. Полученные данные, существенно уточняют прежние представления о пространственном распределении и структуре остаточных запасов нефти.

АПРОБАЦИЯ РАБОТЫ

Основные положения и результаты работы докладывались на:

1. Научно-технической конференции, посвященной вопросу «Совершенствования методов проектирования разработки нефтяных месторождений Татарстана на современном уровне» г. Казань 2004 г.

2. Научном симпозиуме «Реактивизация разработки многопластового нефтяного месторождения на поздней стадии разработки». SPE г. Москва 2006 г.

3. Международной научно-практической конференции по проблемам комплексной переинтерпретации геолого-геофизических данных при геологическом моделировании месторождений углеводородов ГЕОМОДЕЛЬ-2006 (г. Геленжик 2006 г.)

4. Семинаре-совещании по проблемам выработки трудноизвлекаемых запасов нефти, тема доклада: «Выработка водонефтяных зон в комплексе с мероприятиями по сохранению коллекторских свойств нефтяных пластов», ОАО «Татнефть» г. Альметьевск, январь 2006 г.

5. Информационное обеспечение при проектировании довыработки остаточных запасов девонских отложений на примере Павловской площади Ромашкинского месторождения. Научная конференция, посвященная 3 миллиардной добычи нефти Татарстана, г. Азнакаево, февраль 2007 г.

6. Влияние особенностей геологического строения на эффективность выработки запасов нефти неоднородных пластов горизонта Д1 на поздней стадии и их учет при проектировании, г. Казань АН РТ, май 2007 г.

7. Особенности строения неоднородных пластов горизонта Д1 на примере Павловской площади Ромашкинского месторождения, Научная конференция «Перспективы стабилизации добычи нефти на поздней стадии разработки Ромашкинского месторождения», г. Альметьевск, июнь 2007 г.

ПУБЛИКАЦИИ

По материалам диссертации опубликованы 10 печатных работ, из них 3 работы опубликованы в изданиях рекомендованных ВАК РФ. Защищены 4 патента Российской Федерации. Результаты научных исследований использованы в отчете ТатНИПИнефть. Основные положения диссертационной работы вошли в технические задания на проектирование площадей НГДУ «Азнакаевскнефть», утвержденным ОАО «Татнефть», протоколов совместных заседаний ТатНИПИнефть и НГДУ «Азнакаевскнефть» за 2005 – 2007 годы.

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, списка литературы из 134 наименований, написана на 141 страницах, содержит 26 рисунков и 33 таблицы. Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю

кандидату геолого-минералогических наук В. М. Хусаинову и кандидату геолого-минералогических наук В.Н. Долженкову, а также сотрудникам геологической службы НГДУ «Азнакаевскнефть» и специалистам "ТатНИПИнефть" за помощь в подготовке диссертационной работы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении сформулированы цели и задачи исследований, обоснована необходимость и актуальность предлагаемой методики комплексного изучения геологического строения и обоснования критериев выделения участков остаточных запасов горизонта Д1 Ромашкинского месторождения на поздней стадии.

В первой главе приводится краткий обзор материалов зарубежных и отечественных авторов по вопросу изучения геологии и существующих классификаций терригенных пород-коллекторов. Кратко освещаются этапы истории изучения фильтрационно-емкостных свойств горизонта Д1 Ромашкинского месторождения.

Многообразие свойств горных пород и прежде всего различия в строении порового пространства сказались на сложности построения универсальной классификации терригенных коллекторов и привели многих исследователей к созданию ряда классификационных схем коллекторов нефти и газа прикладного значения.

Большой вклад в изучении этого вопроса внес А.А. Ханин, утверждая, что любая проницаемая порода пориста, но не любая пористая порода проницаема. Созданная им схема классификации на основании совокупности изучения литолого-петрофизических свойств пород и обработки большого экспериментального материала для различных литологических групп пород по классам проницаемости подтверждается и сегодня, современными методами исследований коллекторов.

Т.Е. Данилова в результате изучения литолого-фациальных особенностей пластов коллекторов горизонта Д1 и пласта Д0 Ромашкинского месторождения выделяет семь классов пород-коллекторов по литолого-петрографическим характеристикам, которые объединены в три группы пластов по проницаемости.

С 1987 года в качестве «Стандарта» ОАО «Татнефть» используется схема классификация пород-коллекторов Ромашкинского месторождения основными критериями, которой является пористость, проницаемость и объемное содержание в коллекторе глинистого материала.

В настоящее время, в связи с необходимостью изучения геолого-промысловых особенностей условий эксплуатации и уточнения потенциальных добычных возможностей горизонта Д1 Ромашкинского месторождения и Павловской площади в частности, одной из актуальных задач является построение геолого-технологической модели, которая бы более детально отражала особенности геологического строения неоднородных пластов и соответствовала реальным условиям разработки на поздней стадии.

Во второй главе дана краткая характеристика геологического строения горизонта Д1 Ромашкинского месторождения на примере Павловской площади. Приведен сравнительный литолого-петрографический анализ данных полученных ранее лабораторией ТатНИПИнефть с результатами переинтерпретации ГИС. Приведена существующая структура начальных балансовых запасов нефти Павловской площади.

В пределах Павловской площади Ромашкинского месторождения скважинами вскрыты отложения девонских, каменноугольных, пермских и четвертичных отложений. Запасы нефти основного объекта разработки приурочены к пашийским отложениям нижнефранского подъяруса (в промысловой практике горизонт Д1).

Пашийский горизонт делится на две части: нижнепашийская (пласты «в,г,д») и верхнепашийская (пласты «а,б1,б2,б3»), пласты-коллекторы которых отличаются между собой фракционным составом и фильтрационно-емкостными свойствами.

Анализ результатов объемной модели материалов ГИС и детальной дифференциации геологического разреза показал, что содержание алевроитовой фракции (Калевр) в коллекторах горизонта Д1 Павловской площади (см. табл. 1) увеличивается в пластах верхней пачки «а-б» от 16,9% до 30,2%, которые обладают большой неоднородностью и низкой проницаемостью пласта-коллектора. В пластах нижней пачки пашийского горизонта «г-д» содержание доли алевроитовой фракции снижается и составляет 8,1-12,5%.

Содержание глинистой фракции (Кгл) в коллекторах горизонта Д1 Павловской площади изменяется в узком диапазоне и меняется в среднем от 1,3% в пласте «г1» до 2,5% в пласте «б2».

Таблица 1

Фракционный состав объемной модели Павловской площади по данным ГИС в системе Gintel.

Индекс пласта, горизонта Д1	Содержание фракции, %			
	Кпесч	Калевр	Кгл	Кпор
1	2	3	4	5
А	62,3	16,9	2,24	18,6
Б1	51,8	26,4	2,25	19,5
Б2	47,5	30,2	2,50	19,7
Б3	51,7	26,0	2,25	20,0
В	63,1	16,3	2,14	18,4
Г1	71,3	8,1	1,34	19,3
Г2+3	71,1	8,1	1,67	19,2
Д	65,3	12,5	2,73	19,5
А-Б3 (верхнепаш.)	55,8	22,7	2,29	19,2
В-Д (нижнепаш.)	69,3	9,8	1,76	19,1
По разрезу	65,1	13,8	1,92	19,2

Результаты данных о содержании в коллекторах глинистой и алевроитовой фракций подтвердили ранее проведенные петрографические исследования на шлифах Т.Е. Даниловой, что мелкоалевритовая фракция (0,01-0,05мм) содержится

в значительно больших количествах в песчаниках и алевролитах, чем пелитовая, и тоже как последняя, ухудшает их коллекторские свойства, особенно проницаемость.

Основываясь на литолого-петрографических и петрофизических исследованиях керн и анализа данных интерпретации геофизических данных, можно утверждать, что содержание пелитовой фракции (размер зерен <0.01 мм) в коллекторах Павловской площади Ромашкинского месторождения составляет не более 2,5 %, преобладающую часть в коллекторах составляет доля мелкоалевритовой фракции (размер зерен 0,01-0,05 мм), которая в большей степени представлена в пластах верхней пачки горизонта

Установлено, что пелитовый и мелкоалевритовый материал распространен в пластах неравномерно и ухудшает коллекторские свойства пород и этот факт необходимо учитывать при анализе и создании системы воздействия на остаточные запасы нефти горизонта Д1 Ромашкинского месторождения.

В третьей главе освещается методика интерпретации геофизических материалов, уточнена схема геолого-промысловой классификации пластов коллекторов, показаны основные особенности залегания коллекторов и предложена методика изучения макрослоистых пород на основе выделения видов литолого-физической неоднородности в разрезе горизонта Д1.

Изучение геологического разреза терригенных отложений девона на площадях предприятия НГДУ «Азнакаевскнефть» проводилась в системе автоматизированной визуальной интерпретации данных геофизических исследований скважин Gintel-2002. Интерпретация проводилась по технологии ТАВС, предложенной разработчиками Gintel-2002 Афанасьевым В.С., Афанасьевым С.В.

Технология автоматизированной интерпретации данных ГИС в терригенном разрезе ТАВС применяется для непрерывной послойной обработки комплекса кривых каротажа во всем интервале разреза скважины и обеспечивает восстановление геологических характеристик всех литологических типов терригенных пород, слагающих исследуемый разрез.

В результате интерпретации данных ГИС в технологии ТАВС в протоколе обработки скважин мы получаем литолого-физические параметры пласта-коллектора:

- пористость, глинистую, алевроитовую и песчаную фракции, карбонатный цемент (объемная модель)
- нефтенасыщенность, водонасыщенность, остаточную нефть и связанную воду (флюидальная модель).

Использование технологии ТАВС для обработки ГИС позволило решить ряд проблем и повысить степень извлечения полезной информации из геологических, геофизических данных при решении задач разработки площадей Ромашкинского месторождения.

Сравнительный анализ полученных фильтрационно-емкостных параметров пластов-коллекторов с ранее просчитанными по стандартам ОАО «Татнефть» выявило близкое совпадение ФЕС в чистых песчаных коллекторах и расхождение их в глинистых пластах, особенно проницаемость. Был начат поиск новых

методических решений интерпретации, дающий логичное объяснение таких расхождений.

Для определения коэффициента проницаемости в традиционной технологии интерпретации данных ГИС используются палетки зависимости коэффициента проницаемости от коэффициента пористости $K_{пр}=f(K_{п})$ при этом, происходит завышение значений проницаемости.

Расчет абсолютной проницаемости ($K_{пр}$) терригенной породы в предложенной технологии рассчитывается по теоретической модели $K_{пр}=f(K_{п}, K_{во})$, разработанной авторами на основе использования уравнения Козени и выражения его с учетом доли связанной воды ($K_{во}$) в породе.

По данным, полученных на основе использования объемной модели технологии ТАВС были построены зависимости между параметрами коллекторских свойств пласта: пористостью и проницаемостью от суммарного содержания в коллекторе глинистой и алевритовой фракций (см. рис. 1).

На основе полученных зависимостей данных ГИС была предложена классификация пород коллекторов (см. табл. 2).

Критериями выделения классов коллекторов является коэффициент проницаемости и суммарного содержания в коллекторе глинисто-алевритовой фракции ($K_{гл}+K_{ал}$). Выделена подгруппа коллекторов, которая имеет значения коэффициента проницаемости ниже 10 мД.

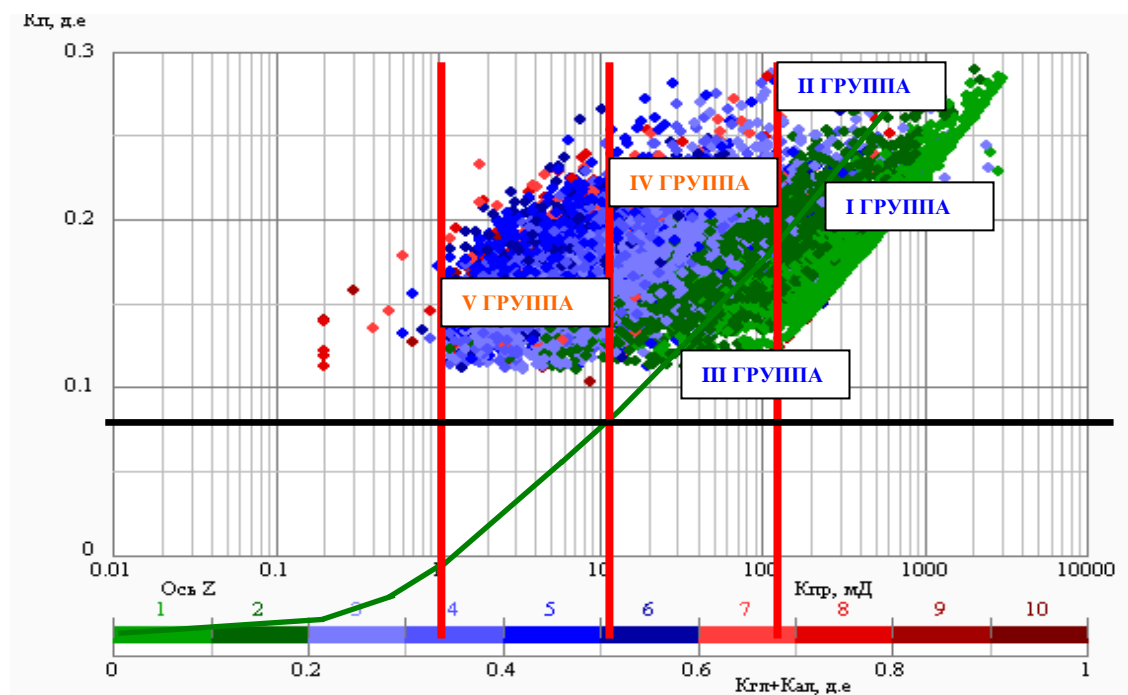


Рис. 1 График зависимости пористости и проницаемости пород-коллекторов от суммарного содержания в породе глинистой и алевритовой фракции.

Таблица 2

Классификация пород-коллекторов горизонта Д1 Ромашкинского месторождения (по материалам Павловской и др. площадей НГДУ "Азнакаевскнефть".

ТатНИПИнефть-ТАВС					Литолого-петрографическая характеристика пластов-коллекторов (по данным Т.Е. Даниловой)						Промысловая характеристика	
Группы пород	Кпр. абс., мД	Класс коллекто-ров	Кг+ал, д.е.	Кп, д.е	Колич. соотношения пород в пластах, %			Среднее содержание фракций		преобладание вида неоднородности	По продуктивности	По условиям заводнения
					Песчаники	Алевриты		< 0,01 %	0,01 - 0,05 %			
						крупнозер- ни- стые песчаники	разнозер- ни- стые глинистые					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I	≥ 100	1	< 0,20	≥ 0,11	57,4	41,4	1,3	2,9	6,7	1; 2	Высо- кая	Активно заводняются водой любой плотности
		2	≥ 0,20	≥ 0,11	31,3	64,6	4,1	4,9	7,5	2; 1		Средняя
II	≥ 10	3	< 0,20	≥ 0,11	33,8	53	13,2	4,4	15,1	2;1;3	Низкая	
		4	≥ 0,20		8	52	40	11,4	20,5	2; 3		
III	≥ 1	5	≥ 0,20	≥ 0,11	13,3	6,7	80	15,2	25,3	3; 2		
IV	< 1	(не коллектор)	≥ 0,20	< 0,11	-	-	-	-	-	-	-	-

Выделение пяти классов пород – коллекторов в разрезе горизонта Д1, позволило рассматривать различные вариации сочетания этих классов в разрезе продуктивного пласта и по простиранию. Возможных вариантов таких сочетаний, только в вертикальном разрезе, оказалось – 31 (см. табл. 3).

Статистический анализ базы геолого-геофизических данных результатов переинтерпретации показал 5156 случаев вскрытия скважинами интервалов коллекторов, 27,6 % которых характеризуют макрооднородные по текстурному облику пласты, а 72,4% их слоисто-неоднородные аналоги, состоящие из нескольких сообщающихся по разрезу, реже разделенными тонкими глинистыми прослоями слоев.

Установлено, что наибольшими типами разреза представлены пласты «а» и «в», затем следует нижняя пачка пластов «г», «г2+3», «д» в основном имеющих в своем разрезе коллектора 1 класса. Пласты «б1,б2,б3» существенно отличаются от выше перечисленных, как по своему многочисленному составу, так по количеству вскрытых скважинами в целом по горизонту Д1.

В связи с послойной дифференциацией литолого-физических и фильтрационно-емкостных параметров возникла необходимость оперативного уточнения величины и структуры начальных балансовых запасов нефти с распределением их по слоям, по классам коллекторов в границах протяженных по площади и небольших линзовидных пластовых тел, характеризующихся различными видами неоднородности.

Таблица 3

Распределение классов коллекторов и выделение видов неоднородности в разрезе горизонта Д1 Павловской площади Ромашкинского месторождения

Типы разрезов	Классы коллекторов (ТАВС ТатНИПИнефть)					Пласты горизонта Д1 Павловской площади								Итого по Д1	%
	1	2	3	4	5	А	Б1	Б2	Б3	В	Г1	Г2+3	Д		
1	+	-	-	-	-	32	15	26	24	47	139	167	135	585	11,3
2	-	+	-	-	-	19	19	21	20	19	2		2	102	2,0
3	+	+	-	-	-	8	2	11	14	4	9	16	3	67	1,3
4	-	-	+	-	-	7	5	8	16	24	7	2	9	78	1,5
5	+	-	+	-	-	41	3	9	9	34	86	88	31	301	5,8
6	-	+	+	-	-									0	0,0
7	+	+	+	-	-	5	2			1	2	1		11	0,2
8	-	-	-	+	-	24	36	70	51	19	2	1	6	209	4,1
9	+	-	-	+	-	13	9	15	13	25	52	22	19	168	3,3
10	-	+	-	+	-	16	18	28	25	3	2	2	2	96	1,9
11	+	+	-	+	-	26	14	23	31	20	46	31	15	206	4,0
12	-	-	+	+	-	6	7	7	10	10	5	2	3	50	1,0
13	+	-	+	+	-	64	22	28	28	42	90	83	33	390	7,6
14	-	+	+	+	-	2		2	2			1	1	8	0,2
15	+	+	+	+	-	23	1	9	9	11	17	12	8	90	1,7
16	-	-	-	-	+	71	36	61	88	95	22	16	59	448	8,7
17	+	-	-	-	+		1			3	3	3		10	0,2
18	-	+	-	-	+									0	0,0
19	+	+	-	-	+	3		1			1	1	1	7	0,1
20	-	-	+	-	+	23	6	1	11	32	11	9	9	102	2,0
21	+	-	+	-	+	39	6	8	3	35	55	55	23	224	4,3
22	-	+	+	-	+									0	0,0
23	+	+	+	-	+	3					1	1		5	0,1
24	-	-	-	+	+	83	51	99	115	79	11	27	28	493	9,6
25	+	-	-	+	+	20	9	14	24	22	63	36	16	204	4,0
26	-	+	-	+	+	8	7	6	17	8	4	1	3	54	1,0
27	+	+	-	+	+	31	3	5	13	11	17	20	9	109	2,1
28	-	-	+	+	+	33	15	16	27	63	18	25	33	230	4,5
29	+	-	+	+	+	142	22	23	48	97	190	240	77	839	16,3
30	-	+	+	+	+	4		1		1			1	7	0,1
31	+	+	+	+	+	20	2	5	6	5	10	12	3	63	1,2

Результаты пересчета геологических запасов по Павловской площади с использованием геологической модели созданной на основе переинтерпретации показали увеличение балансовых запасов нефти на 7,09 %. Выявлено изменение структуры запасов в сторону увеличения с 61,1 % до 65,1 % в нижней пачке пластов (в,г1,г2+3,д) горизонта Д1 и снижение доли запасов с 38,9% до 34,6% по верхним пластам (а,б1,б2,б3).

Геологические запасы горизонта Д1 Павловской площади Ромашкинского месторождения по пластам изменились за счет:

- уточнения емкостных параметров и начальной насыщенности коллектора горизонта Д1 в результате более детальной интерпретации геофизического материала;
- выявления пропущенных при первичной интерпретации нефтенасыщенных интервалов;
- уточнения положения водо – нефтяного контакта;

- расширения кондиционных значений пористости до 11%, а было 12,6%, коэффициента проницаемости ниже 10 мД.

Изменение структуры остаточных запасов залежи нефти связано с существенной неоднородностью геологического строения резервуара и недостаточным учетом этой неоднородности при проектировании предыдущих систем разработки и при реализации этих схем.

В четвертой главе изложены методические основы анализа заводнения пластов коллекторов горизонта Д1 Павловской площади. Результаты исследований сплошного отбора керна в горизонте Д1 для адаптации технологии интерпретации ГИС. Методика определения заводненного объема залежи по данным ГИС с использованием флюидальной модели и анализа выработки запасов нефти в условиях заводнения на поздней стадии.

Результатом длительной разработки терригенных пластов девона явилось их заводнение, физическое воздействие на коллектора привело к изменению геохимических процессов, происходящих в пластах и влияющих на показания геофизических приборов.

На основе обобщения данных петрофизических исследований по многим геологическим объектам Афанасьевым В.С. разработана модель для оценки содержания в породе остаточной воды (модель Кво). Эта модель определяет суммарное содержание двух составляющих: объема воды двойных электрических слоев, образованных в результате протекания интегральных адсорбционных процессов в системе капилляров породы, и объема молекулярно связанной воды, контролируемой содержанием в породе мелкозернистой (алевритовой) структурной компоненты.

Использование флюидальной модели методики ТАВС позволило провести анализ характера «промытости» коллекторов и охвата продуктивных пластов заводнением. Расчетным путем на основе данных коэффициента водонасыщенности и коэффициента связанной воды позволило автору решить следующую задачу: выявить интервалы в разрезе продуктивных коллекторов, которые имеют подвижную воду (см. табл. 4).

Таблица 4

Средняя водонасыщенность подвижной водой нефтенасыщенных толщин (д.е.)

Индекс пласта	По классам коллекторов					СРЕДНЕЕ по пласту
	1 класс	2 класс	3 класс	4 класс	5 класс	
1	2	3	4	5	6	7
А	0.1752	0.0234	0.1701	0.0850	0.1118	0.1540
Б1	0.1588	0.0395	0.1778	0.0776	0.0966	0.1341
Б2	0.1639	0.1705	0.1972	0.1063	0.0788	0.1483
Б3	0.2094	0.1649	0.2179	0.1182	0.1026	0.1686
В	0.2134	0.1993	0.1978	0.1285	0.1355	0.1803
Г1	0.2988	0.1142	0.2691	0.1646	0.2129	0.2788
Г2+3	0.3991	0.2485	0.3952	0.2723	0.2729	0.3735
Д	0.4328	0.3290	0.4653	0.3061	0.2601	0.3894
Среднее	0.3039	0.1800	0.2665	0.1733	0.1731	0.2670

Как видно из таблицы 4 содержание подвижной воды изменяется в диапазоне от 0,02 д.е. по верхней пачке пластов до 0,46 д.е. в нижней пачке. Установлено, что в коллекторах 1-го и 3-го классов максимальные значения коэффициента подвижной воды, эти разности пород по новой классификации содержат в своем объеме менее 20% алевритовой и глинистой фракции и отличаются только по проницаемости.

Установлено, что максимальную обводненную толщину имеют пласты 1 класса коллекторов, а минимальную 2 класса. В разрезе пластов наиболее обводнены пласты а,г1,г2+3 (см. табл. 5).

Таблица 5

Средняя водонасыщенная толщина пластов, содержащих подвижную воду (м)

Индекс пласта	По классам коллекторов					СРЕДНЕЕ по пласту
	1 класс	2 класс	3 класс	4 класс	5 класс	
1	2	3	4	5	6	7
А	1.65	0.31	0.68	0.44	0.55	2.05
Б1	1.45	0.22	0.53	0.62	0.57	1.57
Б2	1.60	0.55	0.55	0.63	0.40	1.52
Б3	1.30	0.50	0.49	0.60	0.53	1.50
В	1.47	0.36	0.54	0.52	0.60	1.73
Г1	2.97	0.38	0.55	0.52	0.54	3.49
Г2+3	3.07	0.59	0.65	0.73	0.69	3.71
Д	1.58	0.55	0.67	0.71	0.55	1.84
Среднее	2.28	0.45	0.59	0.58	0.58	2.48

Совершенно очевидно, что значения подвижной воды снижаются в коллекторах с повышенным значением алевритистой и глинистой фракции (2,4,5 классы) и в основном по верхней пачке пластов (а,б1,б2,б3), т.е. запасы содержащиеся в этих коллекторах находятся в значительно худших условиях, с точки зрения их выработанности, чем запасы охваченные влиянием заводнения.

Изучение характера изменения плотности добываемой воды в процессе эксплуатации скважин в зависимости от класса коллектора дает представление об интенсивности воздействия заводнения на выработку запасов данного пласта.

Анализ изменения плотности добываемой воды во времени позволяет оценить степень «промытости» различных классов коллекторов, а также эффективность заводнения по пластам на данном этапе, т.е. оценить выработанность продуктивного горизонта.

Проведенный анализ зависимости плотности отбираемой воды по промысловым данным и содержания в коллекторе доли связанной воды (см. табл. 6), показал, что удельный вес воды вытесняемой при разработке выделенных классов коллекторов отличается, как по площади, так и по разрезу скважин.

Анализ материалов показал, что с увеличением доли связанной воды в коллекторах (4 и 5 класс) горизонта Д1 Павловской площади закономерно изменяется плотность воды отобранных со скважин из заводненных участков. В разрезе горизонта это пласты «б2», «б3» и «в» верхнепашийской пачки. Это подтверждает теорию двойного слоя, что при внедрении закачиваемой пресной воды происходит изменение зарядов в электролите, которая ведет к увеличению

адсорбционного слоя в поровом объеме и затрудняет дальнейшее внедрение закачиваемой воды низкой минерализации в межскважинном пространстве.

Автором по результатам анализа данных полученных с использованием флюидальной модели установлено, что при увеличении содержания коэффициента подвижной воды (Квп) более 25% в объеме породы, независимо от минерализации, пласты по данным ГИС оказались полностью заводненными (ПЗ).

Таблица 6

Распределение классов коллекторов, величин коэффициента связанной воды и плотности воды в разрезе горизонта Д1 Павловской площади.

Пласт	Данные	Классы коллекторов					Итого по Д1
		1	2	3	4	5	
А	К св.воды	0,095	0,123	0,169	0,216	0,341	0,189
	Уд вес	1,100	1,104	1,102	1,108	1,116	1,106
	Кол плас.	115	33	118	147	136	549
Б1	К св.воды	0,091	0,123	0,165	0,224	0,342	0,189
	Уд вес	1,103	1,096	1,094	1,119	1,126	1,108
	Кол плас.	28	12	25	51	27	143
Б2	К св.воды	0,089	0,140	0,180	0,233	0,358	0,200
	Уд вес	1,102	1,106	1,113	1,107	1,112	1,108
	Кол плас.	38	23	24	91	58	234
Б3	К св.воды	0,104	0,129	0,190	0,246	0,375	0,209
	Уд вес	1,103	1,112	1,111	1,112	1,119	1,111
	Кол плас.	64	32	45	130	109	380
В	К св.воды	0,093	0,125	0,172	0,229	0,346	0,193
	Уд вес	1,109	1,108	1,113	1,116	1,114	1,112
	Кол плас.	112	17	109	117	105	460
Г1	К св.воды	0,085	0,123	0,174	0,234	0,351	0,194
	Уд вес	1,110	1,108	1,106	1,114	1,105	1,109
	Кол плас.	155	19	103	104	85	466
Г2+3	К св.воды	0,087	0,106	0,177	0,230	0,340	0,188
	Уд вес	1,103	1,100	1,079	1,107	1,110	1,098
	Кол плас.	53	3	41	31	29	157
Д	К св.воды	0,100	0,183	0,201	0,252	0,397	0,227
	Уд вес	1,119	1,160	1,121	1,122	1,115	1,127
	Кол плас.	6	1	7	6	4	24
Итог К св.воды		0,093	0,132	0,179	0,233	0,356	0,198
Итог Уд вес		1,106	1,112	1,105	1,113	1,114	1,110
Кол-во пластов-пересечений		571	140	472	677	553	2413

При содержании Квп от 15% до 25 % пласты частично заводнены (ЧЗ), а при Квп ниже 15% (т.е. когда Квп ~Ксв), коллектора не заводнены закачиваемой или пластовой водой (НЗ).

Результаты статистической обработки имеющейся информации о величине коэффициента охвата заводнением различных зональных интервалов с использованием данных о содержании в коллекторах подвижной воды по скважинам, позволили построить карты охвата заводнением по пластам Павловской площади (см. рис. 2).

Построенные карты охвата заводнением по новой методике дают представление об эффективности применяемой системы заводнения. В результате опережающей закачки в скважины разрезающих рядов в полной мере обеспечены закачкой пласты «гд», чего нельзя сказать о верхних пластах, где только использование нагнетательных скважин, расположенных в разрезающих

рядах и очаговых скважин, позволило создать эффективную систему воздействия на пласт.

Пласт «а»

Пласт «Г1»

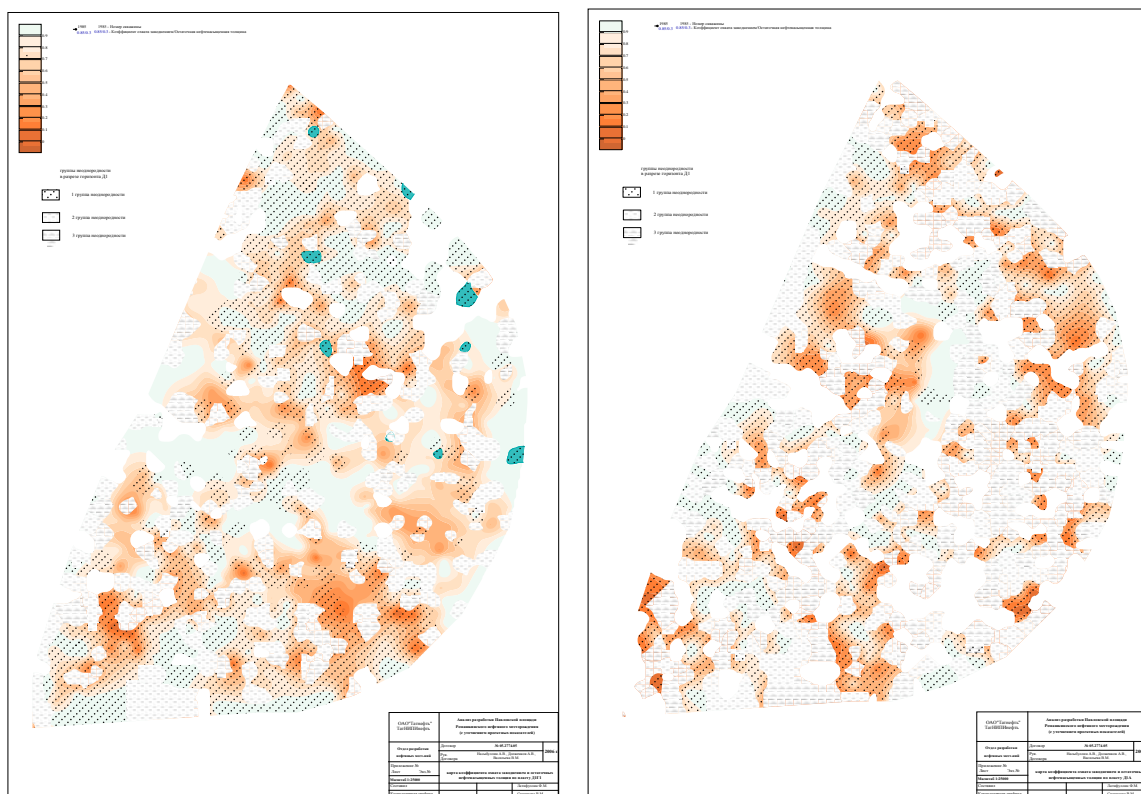


Рис. 2 Карты коэффициента охвата заводнением пластов «а» и «г1» Павловской площади.

Для оценки достоверности определения петрофизических и фильтрационно-емкостных параметров коллекторов по технологии ТАВС произведен сплошной отбор керна в разрезе горизонта Д1 на скважине 775Д Павловской площади.

Микронеоднородный характер строения коллекторов установленный по результатам исследований керна и зафиксированный с помощью технологии ТАВС согласуются с ранее полученными результатами детальных исследований керна и позволяют получить новые данные о геологическом строении отдельных пластов и в целом горизонта Д1 Павловской площади.

Анализ кернового материала показывает, что даже при незначительном колебании эффективной пористости коллекторов проницаемость изменяется в значительных пределах (см. табл. 7).

Ранее используемая методика не позволяла учитывать неоднородность разреза по причине отсутствия дифференцированного расчленения разреза и определения в коллекторах связанной и подвижной воды по геофизическим данным.

Таким образом, в процессе анализа заводнения коллекторов были подтверждены ранее сделанные выводы о том, что заводнение продуктивных пластов происходит неравномерно. Эффективность закачки снижается в коллекторах с повышенным значением алевритистой и глинистой фракции (2,4,5

классы), т.е. в основном по верхней пачке пластов (а,б1,б2,б3). Другими словами, запасы, содержащиеся в этих коллекторах, находятся в значительно худших условиях, чем запасы, охваченные влиянием заводнения.

Таблица 7

Сравнение средних значений ФЕС по результатам исследований керна и данных ГИС по пластам в скв. 775Д Павловской площади

	Пласт	КЕРН	ТАВС	ИНГИС
Кп, %	а	21,6	22,3	25,1
	б1	21,5	21,3	25,6
	б2	19,3	23,5	24
	б3	-	21,4	21,4
	в	22,6	21,2	-
	г1	21,9	24,8	25,9
	г2+3	20,8	22,9	25
Кпр, мд	а	983	841	1475
	б1	400	от 20 до 130	1640
	б2	110	от 30 до 120	942
	б3	-	11	325
	в	954	282	336
	г1	1149	1379	1729
	г2+3	975	1009	1465
Ксв, %	а	9,1	9,8	-
	б1	15,3	22	-
	б2	29,9	24,5	-
	б3	-	36,8	-
	в	5,8	20,5	-
	г1	4,23	9	-
	г2+3	11,2	9,8	-

В пятой главе на основе результатов исследований проведенных в главах 2,3,4 и с учетом выявленных закономерностей строения коллекторов сформированы критерии группирования локально нефтенасыщенных участков залежи в обособленные геологические объекты для самостоятельной разработки. Приведена структура остаточных балансовых запасов нефти по видам литолого-физической неоднородности горизонта Д1 Павловской площади. Даны рекомендации по обоснованному выбору геолого-технических мероприятий при реализации и применении предложенной методики для повышения коэффициента извлечения нефти.

Группирование по видам неоднородности классов коллекторов позволяет провести границы их распространения. Структурно-морфологическое и физико-литологическое своеобразие указанных участков залежей нашло отражение в характере заводнения коллекторов по разрезу в конкретных скважинах. На основании этого эксплуатационный объект можно схематически представить в виде карт, отображающих характер залегания пластов и их заводнения в границах, совмещенных на плане участков залежи.

Для каждого из этих типов слоисто-неоднородного разреза требуется своя технология первичного и вторичного вскрытия пласта, система воздействия на запасы, соответствующие этим разрезам технологии методов увеличения нефтеотдачи и т. д.

Но, невозможно создать системы воздействия на одном объекте из 31 варианта. В ходе проведенных исследований, была поставлена цель упрощения ситуации за счет группирования типов разреза по определенным признакам. После анализа разных ситуаций были выбраны наиболее представительные типы разрезов, отличающиеся между собой степенью заводнения и продуктивностью.

В ходе анализа проведенных исследований автором были выделены 5-ть видов литолого-физической неоднородности коллекторов (см. табл. 8).

Первый вид включает в себя коллекторы 1^{го} класса, представленные однородными песчаниками с проницаемостью более 100 мД и содержанием алевритовой и пелитовой фракции менее 20 %. Такие пласты характеризуются высокой степенью выработанности запасов. Второй вид неоднородности представлен сочетанием слоев пород-коллекторов 2^{го} и 3^{го} классов, при их заводнении происходит опережающее вытеснение нефти по коллектору 3^{го} класса.

Таблица 8

Распределение классов коллекторов и выделение видов неоднородностей в разрезе горизонта Д1 Павловской площади Ромашкинского месторождения

Виды неоднородности	Классы коллекторов (ТАВС ТатНИПИнефть)					Пласты горизонта Д1 Павловской площади															Итого по Д1		Дебит, т/сут		Обводненность, %	
	1	2	3	4	5	А		Б1		Б2		Б3		В		Г1		Г2+3		Д						
						кол-во скважин	Дол-я в разрезе пласта	кол-во скважин	Дол-я в разрезе пласта	кол-во скважин	Дол-я в разрезе пласта	кол-во скважин	Дол-я в разрезе пласта	кол-во скважин	Дол-я в разрезе пласта	кол-во скважин	Дол-я в разрезе пласта	кол-во скважин	Дол-я в разрезе пласта	кол-во скважин	Дол-я в разрезе пласта	кол-во скважин	Дол-я в разрезе Д1			
																								Жидкости		Нефти
1						32	4,2	15	4,8	26	5,2	24	4,0	47	6,6	139	16,1	167	19,1	135	25,5	585	11,3	37,2	1,2	92,3
2						26	3,4	24	7,7	29	5,8	36	6,0	43	6,1	9	1,0	2	0,2	11	2,1	180	3,5	5,6	0,5	72,0
3						178	23,2	123	39,5	230	46,3	254	42,1	193	27,2	35	4,0	44	5,0	93	17,6	1150	22,3	6,1	0,9	68,6
4						92	12,0	53	17,0	61	12,3	92	15,2	117	16,5	40	4,6	40	4,6	52	9,8	547	10,6	9,6	1,0	75,8
5						438	57,2	96	30,9	151	30,4	198	32,8	310	43,7	642	74,2	621	71,1	238	45,0	2694	52,2	32,0	2,0	85,6
Всего пластовых пересечений						766		311		497		604		710		865		874		529		5156				

Третий вид неоднородности представляет собой совокупность слоев четвертого и пятого класса коллекторов, сложенных в основном алевритами, с проницаемостью ниже 10 мД и содержанием алевритовой и пелитовой фракции более 20 %. Для выработки запасов нефти этой группы пластов необходимы горизонтальные технологии с системой циклического заводнения пластовой минерализованной девонской водой. Четвертый вид слоистой неоднородности характеризуется переслаиванием четырех классов коллекторов (2^й - 5^й). В отличие от 3 вида в составе его присутствуют коллекторы с содержанием алевритовой и пелитовой фракции менее 20 %. В разрезах этого вида часто появляется пропласток преждевременного обводнения добываемой продукции. На сегодняшний день отсутствуют или имеют низкую успешность технологии МУН для видов разреза с участием 3^{го} класса коллекторов данного вида неоднородности. Пятый вид неоднородности – это переслаивание по разрезу пласта всех классов пород-коллекторов, включая их высокопродуктивные разности 1^{го} класса. Этот вид неоднородности встречается в разрезах большинства

скважин, представлен во всех пластах горизонта Д1 и имеет площадное распространение. Для таких разрезов создано множество потокоотклоняющих технологий МУН, которые рекомендуется применять в сочетании с циклическим заводнением.

Выделенные виды литолого-физической неоднородности коллекторов и построенные карты их распространения (см. рис. 3) на Павловской площади предлагается использовать для выделения участков самостоятельной разработки с целью отнесения их в отдельные эксплуатационные объекты – другими словами, участки-залежи возникшие в результате воздействия техногенных процессов.

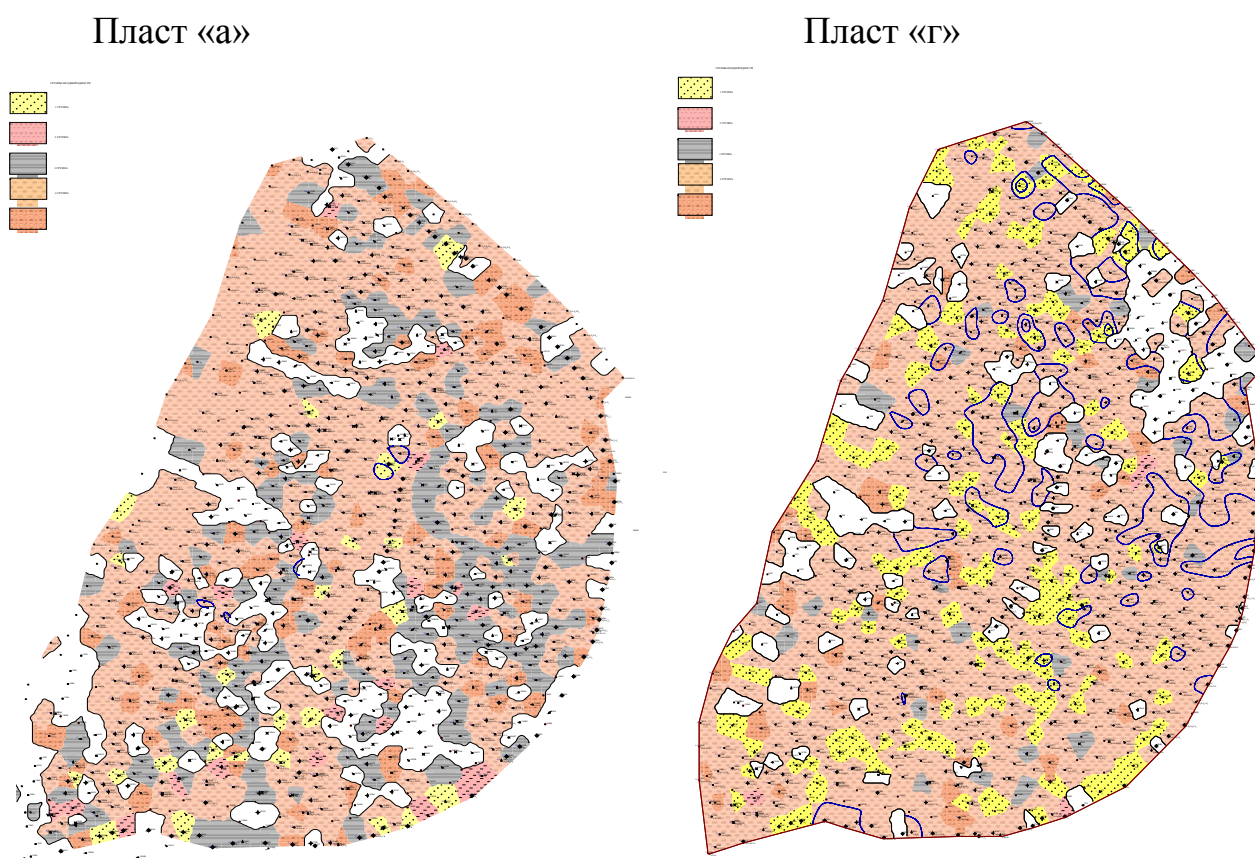


Рис. 3 Карты литолого-физической неоднородности пластов «а» и «г1» Павловской площади.

Подводя итоги вышеизложенному, можно сказать, что в работе предлагается методика, предусматривающая разукрупнение объекта по простиранию пластов и укрупнение его по разрезу с учетом их литологического слияния, т. е., в конечном итоге, в разрезе горизонта Д1 выделяются геологические тела или техногенные залежи образованные в процессе разработки продуктивных отложений геологическое строение, которых характеризуется слоисто-зональной неоднородностью.

Структура и распределение остаточных балансовых запасов нефти по видам литолого-физической неоднородности содержащих их пластов коллекторов приведены в таблице 9.

Из данных таблицы следует, что 72% всех остаточных запасов содержится в слоистых пластах (4 и 5 вид неоднородности), причем более 49% их связано с коллекторами низкой и средней продуктивности.

Таблица 9

Распределение остаточных балансовых запасов нефти (%) по пластам и видам литолого-физической неоднородности.

Индекс пласта	По видам неоднородности					ВСЕГО по пластам
	1 вид	2 вид	3 вид	4 вид	5 вид	
1	2	3	4	5	6	7
А	4.1	2.2	18.1	13.2	62.4	13.3
Б1	1.6	4.3	34.6	17.0	41.5	4.8
Б2	4.4	3.9	29.3	17.1	45.6	9.6
Б3	5.3	3.8	34.7	15.9	40.4	9.8
В	8.4	2.8	19.5	14.9	54.4	12.0
Г1	14.7	0.5	2.5	3.7	78.7	22.1
Г2+3	20.1	0.3	3.4	3.8	72.5	24.1
Д	22.1	2.6	12.8	13.3	49.0	4.4
ИТОГО	11.6	1.9	14.5	9.9	62.1	100

В разрезе пластов горизонта Д1 Павловской площади наибольшие остаточными запасы нефти находятся в пластах нижнепашийской пачки, в т.ч. 46,2% суммарно, в пластах «Г1» и «Г2+3» (см. рис. 4).

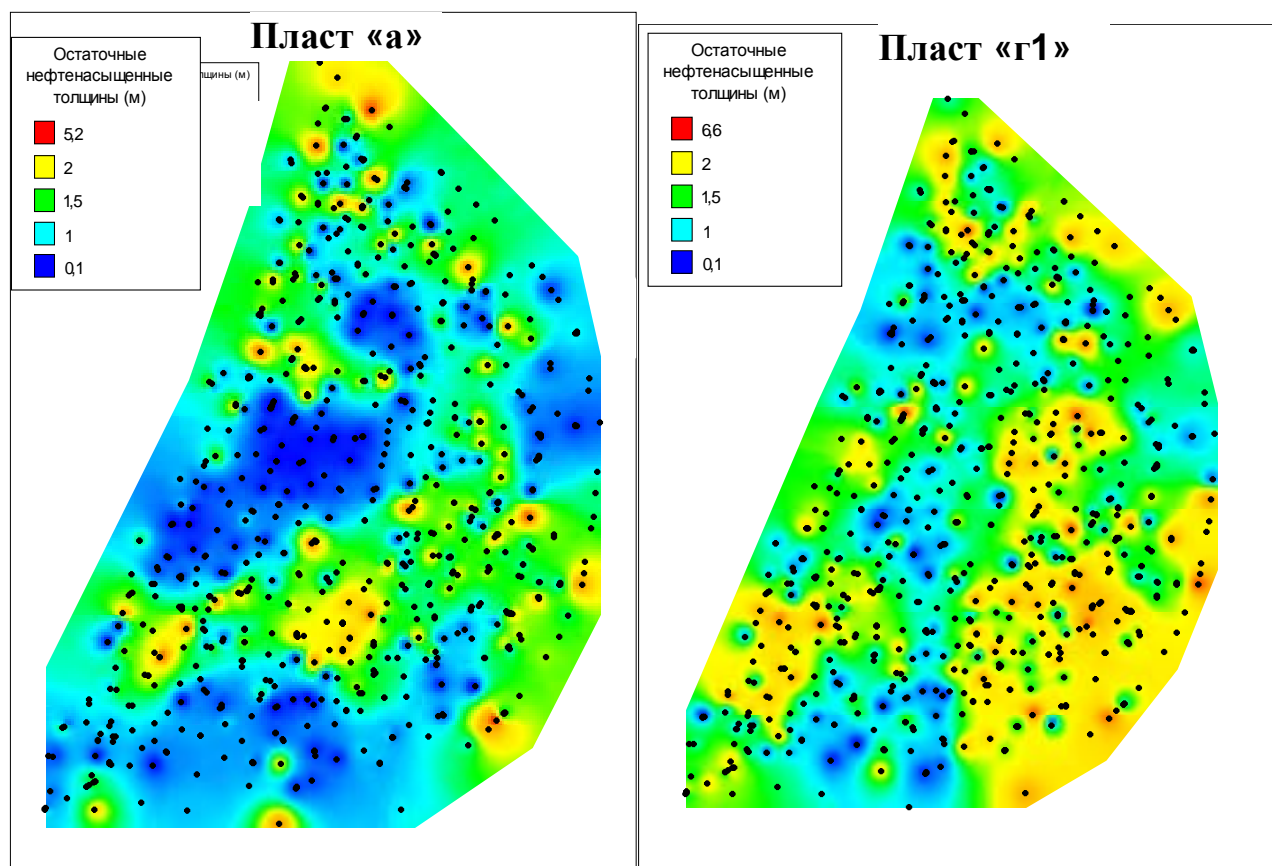


Рис. 4 Карты остаточных нефтенасыщенных толщин пластов «а» и «Г1» Павловской площади.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В разработке Ромашкинского месторождения наступает период, когда стабилизация достигнутых уровней добычи нефти по многим площадям может быть сохранена лишь при детальном изучении и анализа геологического строения объекта разработки.

Настоящая работа выполнена в период развития вышеупомянутых процессов на Павловской площади, и основные результаты ее сводятся к следующему:

1. В результате переинтерпретации материалов ГИС с использованием методики «Gintel» получены новые данные о количественном содержании в породах фракций от 0,01 до 0,1 мм (алевритовая фракция), их соотношении с частицами пелитовой фракции (размеры $<0,01$ мм) и характере распределения в пластах, обуславливающим структуру микронеоднородности и фильтрационно-емкостных свойств последних.

2. На основе обобщения литолого-петрографических данных и результатов переинтерпретации ГИС с использованием технологии ТАВС «Gintel» уточнена классификация пород-коллекторов, критериями для группирования которых, являются проницаемость и суммарное содержание в породе глинистой и алевритовой фракций.

3. Произведен дифференцированный подсчет и уточнена структура геологических запасов нефти с использованием предложенной классификации пород-коллекторов и объемной модели данных ГИС (ТАВС) по Павловской площади.

4. Проведена типизация разрезов горизонта Д1 Павловской площади для оценки геологической неоднородности коллекторов и гидродинамической сообщаемости выделенных классов коллекторов.

5. Принципиально новым является методика изучения макрослоистых пород на основе выделения видов литолого-физической неоднородности в разрезе горизонта Д1.

6. Предложена технология выделения в разрезе горизонта Д1 пластов и классов коллекторов в различной степени охваченных заводнением с использованием данных флюидальной модели в технологии ТАВС.

7. Разработаны критерии и предложена методика выделения самостоятельных участков разработки в составе продуктивного горизонта, т.е. преобразование первоначальных эксплуатационных объектов на поздней стадии их разработки.

8. На примере Павловской площади Ромашкинского месторождения разработан и реализован принцип геологического картирования слоисто-неоднородных пластовых тел в системе MAP MANAGER.

9. Предложены технологии воздействия на остаточные запасы выделенных объектов для конкретных условий залегания коллекторов и комплекс геолого-технические мероприятий для повышения коэффициента извлечения нефти на поздней стадии разработки.

Применение усовершенствованной методики интерпретации данных ГИС и геолого-промыслового анализа позволило создать методику исследований неоднородных пластов на поздней стадии и извлечь принципиально новую количественную информацию о фильтрационно-емкостных свойствах

коллекторов терригенного девона и уточнить его геологическое строение в пределах Павловской площади Ромашкинского месторождения.

МАТЕРИАЛЫ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ:

1. Поляков В.Н., Кузнецов Ю.С., Хусаинов В.М., Вильданов А.А., Шульгина Н.Ю.. «Решение технологических проблем заканчивания и эксплуатации скважин в аномальных термодинамических условиях разработки нефтяных месторождений», Нефтяное хозяйство №2, 2001 г.

2. Воронова Е.В., Гуторов Ю.А., Вильданов А.А., Уточнение показателей выработки объектов разработки на основе компьютерного моделирования динамики распределения плотности запасов. Научно-практическая конференция, посвященная 60-летию начала разработки месторождений нефти в Татарстане, г. Бугульма, 2003, с.74-76.

3. Гумаров Н.Ф., Вильданов А.А. «Основные этапы организации и результаты системного воздействия на слабодренлируемые запасы заводненных зон». Тезисы докладов научно-технической конференции г. Альметьевск -2004 г.

4. Вильданов А.А., Гараев Р.З. «Применение технологии сохранения коллекторских свойств пласта в НГДУ «Азнакаевскнефть» ОАО «Татнефть». «Бурение и нефть» ноябрь 2005, г. Москва. С. 16-17.

5. Дияшев Р.Н., Нурисламов Н.Б., Вороновский В.Р., Хусаинов В.М., Вильданов А.А. «Реактивизация разработки многопластового нефтяного месторождения на поздней стадии разработки». SPE г. Москва 09.2006 г. №104361.

6. Хусаинов В.М., Вильданов А.А. «Совершенствование методов проектирования разработки нефтегазовых месторождений Татарстана на современном уровне» г. Казань ТКР 2006, с. 89-96

7. Вильданов А.А., Долженков В.Н., Хусаинов В.М., «Адаптация технологии переинтерпретации ГИС к геологическим условиям горизонта Д1 Ромашкинского месторождения». EAGE г. Геленжик, ГЕОМОДЕЛЬ-2006.

8. Вильданов А.А. «Особенности выработки запасов нефти горизонта Д1 на поздней стадии (на примере Павловской площади Ромашкинского месторождения)», Нефтепромысловое дело №4, апрель 2007 г. с 27-31.

9. Хисамов Р.С., Назимов Н.А., Вильданов А.А., «Некоторые результаты глубинных исследований горизонтальных скважин в НГДУ «Азнакаевскнефть» ОАО «Татнефть», Нефтяное хозяйство №3, 2007 г., с 89-91.

10. Долженков В.Н., Вильданов А.А., Хусаинов В.М. «Уточнение схемы геолого-промысловой классификации пород-коллекторов горизонта Д1 на примере Павловской площади Ромашкинского месторождения». Нефтяное хозяйство №9, 2007 г.

11. Патент РФ №2287675 .Способ разработки нефтяной залежи (Р.С. Хисамов, В.М. Хусаинов, Н.И.Хаминов, А.А.Вильданов, Р.Н.Файзуллин, Р.Г.Габдуллин,) Бюл. Открытия изобретения -2005- № 32.

12. Патент РФ №44742 Устройство для регулирования отбора жидкости в процессе эксплуатации скважины (А.А. Вильданов, Р.Г. Габдуллин, Д.В.Страхов,

В.М.Хусаинов, Н.И. Хаминов,) Бюл. Открытия изобретения -2005- № 9.

13.Патент РФ №51660 Устройство для отключения пластов друг от друга в скважине (В.М.Хусаинов, А.А. Вильданов, Н.И. Хаминов, , Д.В.Страхов, М.М.Салахов, Н.Б. Нурисламов) Бюл. Открытия изобретения -2006-№6.

14.Патент РФ №53718 Устройство для регулирования закачки жидкости по пластам (Н.И. Хаминов, А.А. Вильданов, Р.Г. Габдуллин, Д.В.Страхов, Н.Б. Нурисламов) Бюл. Открытия изобретения -2006- №15.

Подписано к печати 15.09.2007 г.
Бумага офсетная, формат 60х84/16
Отпечатано на ризографе
Тираж 100 экз. Заказ № 15-02/030
Множительный участок НГДУ «Азнакаевскнефть»
Татарстан, 423300, г. Азнакаево, ул. Нефтяников д.24